

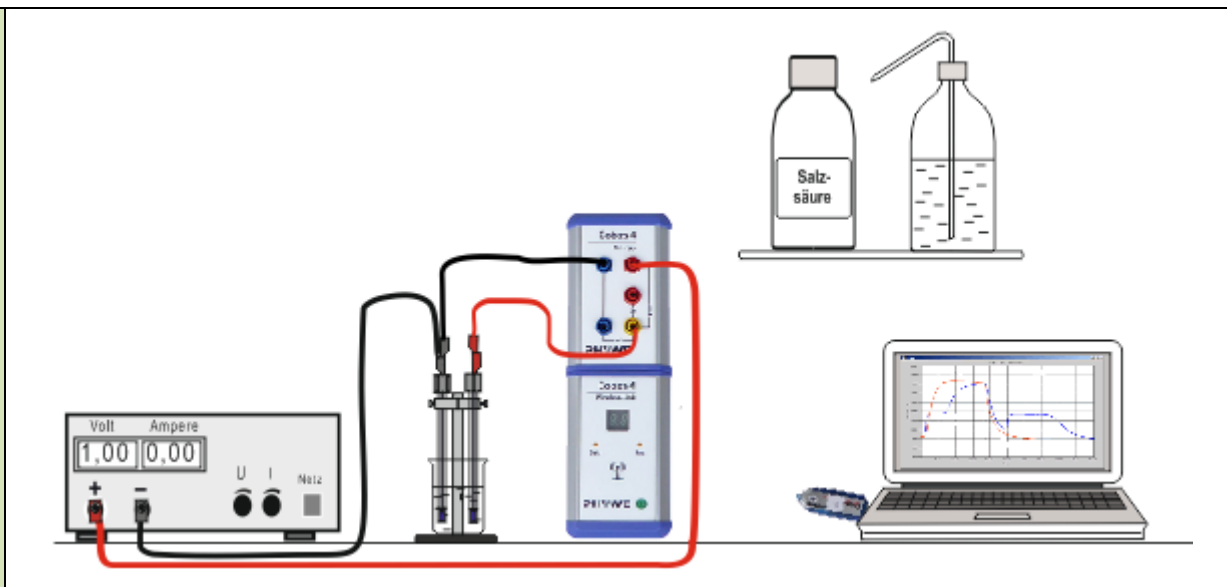
**Prinzip**

Salzsäure wird zwischen zwei Platinelektroden elektrolysiert. Dabei wird mit  $U = 0 \text{ V}$  beginnend die Elektrolysiserspannung ständig erhöht und die zugehörige Stromstärke gemessen. Die Zersetzungsspannung wird 'grafisch' ermittelt.

**Aufbau**

und

**Vorbereitung**



**Benötigte Geräte**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Cobra 4 Energy- Modul                | <input type="checkbox"/> Becherglas, 50 mL      |
| <input type="checkbox"/> Cobra 4 Wireless-Link                | <input type="checkbox"/> Stativ                 |
| <input type="checkbox"/> Cobra 4 Wireless Manager (USB Stick) | <input type="checkbox"/> Muffe                  |
| <input type="checkbox"/> Computer/Laptop <b>Eee04</b>         | <input type="checkbox"/> Doppelelektrodenhalter |
| <input type="checkbox"/> 2 Experimentierkabel, rot            | <input type="checkbox"/> 2 Pt-Elektroden        |
| <input type="checkbox"/> 2 Experimentierkabel, schwarz        |   |
| <input type="checkbox"/> Netzgerät, 0-5 V =                   |   |

**Verwendete Chemikalien**

- |  |
|--|
| <input type="checkbox"/> Salzsäure ( $c = 0,1 \text{ mol/L}$ ) |
| <input type="checkbox"/> dest. Wasser                          |

**Vorbereitung des Versuchs**

- ▶ Die Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen und aufbauen.
- ▶ Cobra 4 Energy- Modul auf Cobra 4 Wireless Link stecken
- ▶ Cobra 4 Wireless Manager in den USB Anschluss von Eee04 stecken
- ▶ Am Cobra-Wireless-Link den grünen Knopf drücken. Die Anzeige leuchtet auf.
- ▶ ca. 40 mL Salzsäure ( $c = 0,1 \text{ mol/L}$ ) in das Becherglas füllen.
- ▶ Die Pt- Elektroden am Stativ befestigen.
- ▶ Den Regler für die Spannung gegen den Uhrzeigersinn auf 0 V stellen.
- ▶ Den Regler für die Stromstärke etwa auf den halben Regelbereich stellen.

**Vorbereitung am Computer**

- ▶ Vom Desktop **Measure** starten - warten, bis sich alle Fenster aufgebaut haben.
- ▶ In **Koordinatensystem „Energy Stromstärke I“** rechts und **Darstellungsoptionen** auswählen
- ▶ Im Fenster „Messkanal Stromstärke“ oben die Einheit **mA** auswählen und mit **OK** bestätigen
- ▶ Im Navigator links **Allg. Einstellungen** wählen und Messung „auf Tastendruck! Auswählen
- ▶ Für x-Achsen Darstellung auf **Messwert-Nummer** umstellen
- ▶ Unten! bei "Messkanäle aktivieren/deaktivieren" bei  **Elektr. Arbeit**  **Leistung** Häkchen entfernen (evtl. runter-scrollen!)
- ▶ In **Spannungskoordinatensystem mit rechter Maustaste** und **Darstellungsoptionen** auswählen
- ▶ Unten **Multigraph Einstellungen** und für die Y-Achse  **Stromstärke** setzen.
- ▶ Für **Messkanal Stromstärke** auf Y-Achse: **Oben: 90**, **Unten: -1 mA**
- ▶ Für X-Achse **Spannung U** auswählen dann links **0 V** rechts **3 V**



- ▶ Mit **OK** bestätigen und nochmals **OK** Fenster schließen
- ▶ Fenster mit Digitalanzeige von Spannung und Stromstärke links untereinander anordnen
- ▶ Das Fenster des Multigraphen so weit wie möglich vergrößern

Durchführung

- ▶ Mit **Blauer Pfeil** oben links die Messwertspeicherung starten. Zur Messwertaufnahme 0,0 V **Blauer Pfeil**
- ▶ Danach die Spannung um jeweils  $U = 0,1 \text{ V}$  (muss nicht exakt 0,1 V sein) erhöhen und Messwert mit **Blauer Pfeil** speichern.
- ▶ Zum Beenden **schwarzes Viereck** oben links drücken. Im Fenster „Weitere Datenbearbeitung“ Speichern **Alle Messungen an measure übertragen** bestätigen und **OK**.

Speichern

- ▶ Zum Speichern **Datei** und dann **Messung speichern unter**
- ▶ Ordner **Phywe** auswählen.
- ▶ Projektnamen eingeben (hier: Beispiel) **N01A-4-1-user** und **Speichern**

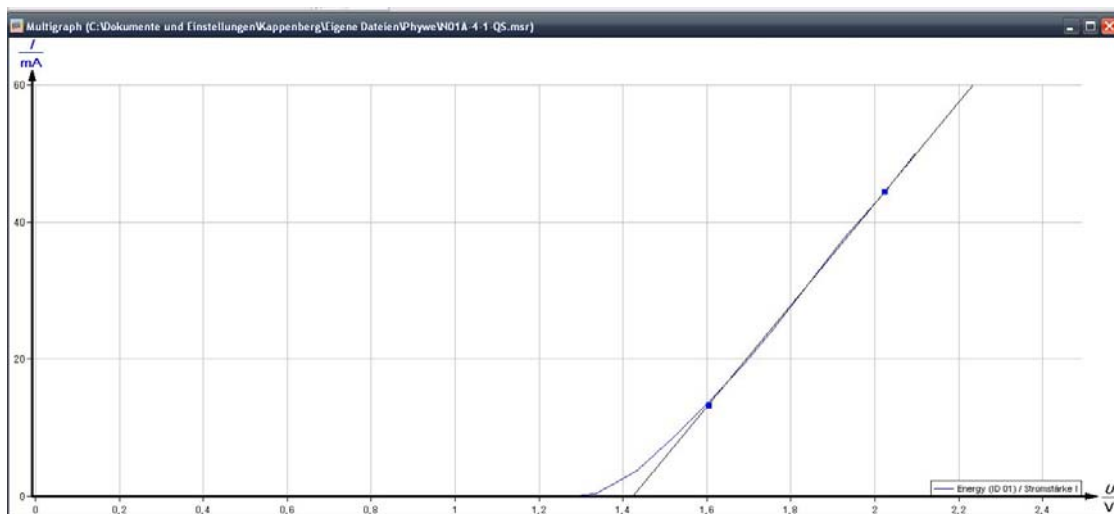
Öffnen

- ▶ **Measure** starten und warten, bis sich alle Fenster aufgebaut haben.
- ▶ Im Hauptmenü **Experiment** und **Hauptprogramm** aufrufen
- ▶ **Öffnen** "Projekt" direkt auswählen oder **Anders Projekt öffnen** und dann das gewünschte Projekt anklicken und **Akzeptieren**

Auswertung

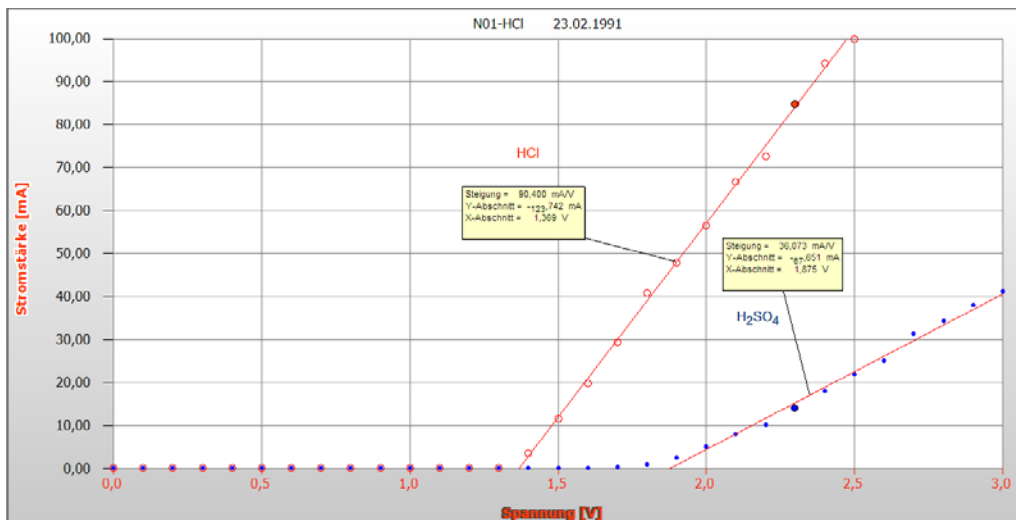
Wie wir wissen, gilt für die Elektrolyse in weiten Bereichen das ohmsche Gesetz: Spannung und Stromstärke sind zueinander direkt proportional. Nur zu Beginn der Elektrolyse verwischen die abgeschiedenen Gase mit ihrer Polarisationsspannung die Proportionalität. Die zuständige Spannung (Zersetzungsspannung) wird durch Extrapolation des proportionalen Teils für  $y = 0,0 \text{ mA}$  ermittelt.

- ▶ Diagramm mit **links gedrückt** groß aufziehen
- ▶ **Icon Regressions** (4. Icon von rechts) Es wird eine Ausgleichsgerade zwischen zwei Punkten gezeichnet. (Der zweite Punkt kann verdeckt links unten liegen!)
- ▶ Auf einen Punkt mit **links gedrückt** den gewünschten Bereich markieren. Oben recht wird die Gerade angegeben  $y = ax+b$
- ▶ "Zu Fuß" die Zersetzungsspannung  $E_z = -b/a$  berechnen





Theorie



Die Normalpotentiale bei pH= 0 betragen:  $E^0(\text{H}_2/\text{H}^+) = 0,0\text{V}$ ,  $E^0(\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2) = 1,23\text{ V}$  bzw.  $E^0(\text{Cl}^-/\text{Cl}_2) = 1,36\text{ V}$ .  
Nach theoretischen Überlegungen müssten sich Wasserstoff und Sauerstoff bei 1,23 V abscheiden, doch die Abscheidungsspannung ist etwa 1,37 V (Grafik) und es riecht nach Chlor. Wie man bei der Elektrolyse von Schwefelsäure erkennen kann, entstehen Wasserstoff und Sauerstoff erst ab 1,9 V.

Die Differenz aus der experimentell ermittelten und der theoretischen Zersetzungsspannung ist die Überspannung. Sie rührt daher, dass die an den Elektroden entstehenden Gase ein Hindernis für die zur Elektroden wandernden Ionen darstellen. Dies Hindernis muss mit höherer Spannung überwunden werden. Sie ist abhängig vom Material und Oberfläche der Elektroden, von der Art und der Konzentration des Elektrolyten, von der Temperatur und der Stromdichte (Stromstärke pro Elektrodenfläche). Typische Überspannungen an blankem Platin (ohne Berücksichtigung der Stromdichte):

$$E^{\ddot{U}}(\text{H}_2) = -0,16\text{V}, E^{\ddot{U}}(\text{O}_2) = 0,95\text{ V} \text{ bzw. } E^{\ddot{U}}(\text{Cl}_2) = 0,1\text{ V}.$$

$$\text{Zersetzungsspannung: } E^Z(\text{O}_2/\text{H}_2) = (1,23\text{ V} + 0,95\text{ V}) - (0,0\text{ V} + -0,16\text{ V}) = 2,18\text{ V}$$

$$\text{für die Chlorabscheidung: } E^Z(\text{Cl}_2/\text{H}_2) = (1,36\text{ V} + 0,10\text{ V}) - (0,0\text{ V} + -0,16\text{ V}) = 1,62\text{ V}$$

Quick-  
Start

Geräte (richtiger Link und richtige Sensoren) und Chemikalien müssen schon aufgebaut, anschließen und eingeschaltet sein!

Einmal gespeicherte Einstellungen können für eine sofortige neue Messung benutzt werden

▶ Vom Desktop **Measure** starten - warten, biss sich alle Fenster aufgebaut haben, und die Aufforderung zum Update ignorieren.

Hauptmenü **Experiment** , **Konfiguration laden** Wählen von **N01a-4-1.c4o**

▶ Multigraph auf Vollbild stellen

▶ Weiter, wie bei **Durchführung** beschrieben.

Zeitbedarf Minuten	Aufbau (Exp):	Vorber. Rechn.	Durch- führ.	Auswer- tung	Ab- bau	Intuitive Be- dienung (+1-6)
-----------------------	------------------	-------------------	-----------------	-----------------	------------	---------------------------------

Beachten:		Entsorgung	Ausguss evtl. nach Neutralisation
-----------	--	------------	-----------------------------------

Literatur	R. Nagel, Praktikumsversuche zur Chemie für die gymnasiale Oberstufe, S.: 4ff, Phywe AG, Göttingen, 1978
-----------	--

www.kappenberg.com	Materialien	Vergleich der Messsysteme	06/2014	3
--------------------	-------------	---------------------------	---------	---